

情報理工学部 SN コース 3 回  
セキュリティ・ネットワーク学実験 3  
最終レポート

2600200443-6  
Yamashita Kyohei  
山下 恭平

Jul 19 2022

## 1 目的

自分で設計した世界で一つだけのアンテナを作ることを目的に実験を行った。

## 2 方法

実験室に設置されているコンピュータを使用し、作成するアンテナのモデリングを行う。良い結果が得られたものに対しては、実際に作成を行い、テレビに接続し計測を行った。計測では、アンテナとテレビの間に減衰器を接続し、徐々に負荷を加えていき、各チャンネルに対してどれだけの負荷の値までテレビが正常に映るかを記録した。

## 3 実験の内容

初めにダイポールアンテナを作成した。次にそのダイポールアンテナをもとに、八木宇田アンテナを作成し、改良を重ねていった。

### ダイポールアンテナ

ダイポールアンテナを作成するに当たって、初めに素子の長さを決定する必要があった。わたしたちの班では、多くの放送局が密集している周波数帯に合わせてアンテナを作成するということになったので、VSWRの値が490MHz付近の地点で最も1に近づくように設計した。実際に設計したダイポールアンテナを図1に示す。

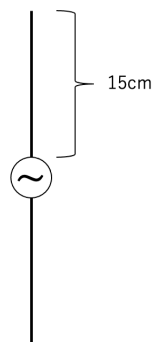


図1 作成したダイポールアンテナ

### 素子長

素子の長さを決定するためにモデリングを複数回行ったところ、目的の周波数に対応する1/4波長の素子長にすると、VSWRの値は目的の値よりも少し低いところで最も1に近づくことが確認できた。この性質は初めにモデリングの練習で行った1GHzのダイポールアンテナのモデリング結果にも反映されていることが確認できる(図2)。そのため、目的の周波数に対応する1/4波長よりも少し長めの15cmつまりは500MHzに対応する長さとし、モデリングを行ったところ良好な値が得られたため、この長さで作成することにした。実

実際のモデリングの結果を図 3,4,5 に示す。

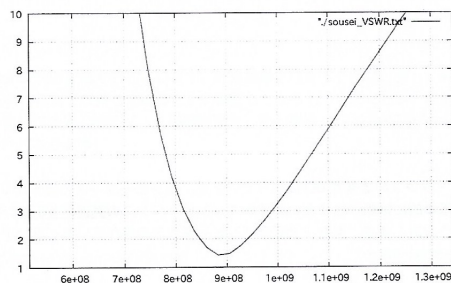


図 2 テキスト p.18 より  
900MHz で最も近づく

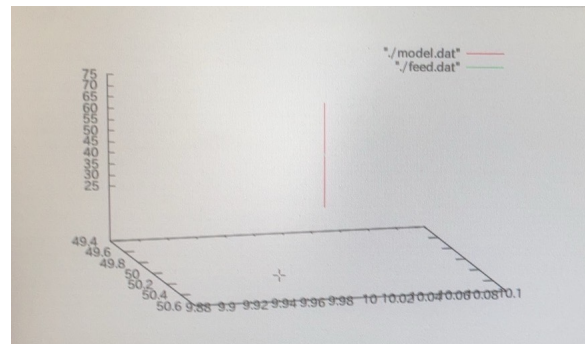


図 3 モデリング

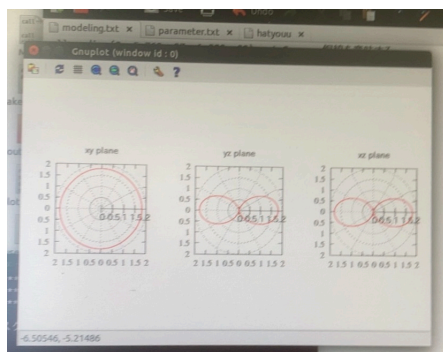


図 4 指向性

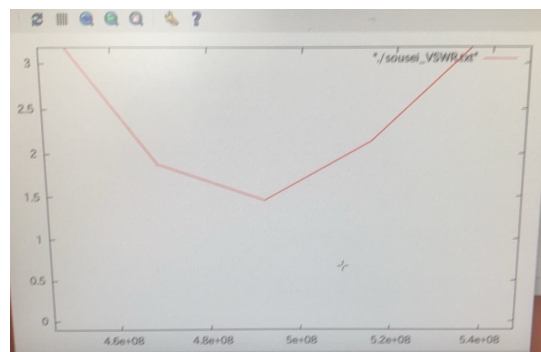


図 5 素子長 150mm の時の VSWR

## 計測結果

実際にテレビに接続し、計測を行った結果は以下の表 1 のようになった。

表 1 ダイポールアンテナ 測定結果

NHK 大津	NHK 大阪	琵琶湖放送	MBS	ABC	関西テレビ	読売テレビ
5dB	5dB	11dB	5dB	4dB	6dB	4dB

全体的に非常に良い数値を得ることができた。アンテナの設計上、NHK 大津, 琵琶湖放送は映りづらいと考えていたが、とても強い値を記録した。逆に、比較的映り安いと考えていた読売テレビが、少しだけ低い数値となった。

## 八木宇田アンテナ

初めに作成したダイポールアンテナを放射器とする八木宇田アンテナを作成し、更なる性能向上を図った。モデリングでは、指向性を一方向へ絞ることを目標に、様々な検証を行った。八木宇田アンテナを選んだ理由としては、材料が準備しやすく、最も簡単に性能向上を図れると考えたからだ。

## 設計/モデリング

まず初めに、テキスト p.27 を参考にし、反射器と放射器の距離を  $1/2$  波長 (30cm)、放射器と導波器の距離を  $1/4$  波長 (15cm) として、モデリングを行った。モデリングを行ったものを図 6 に示す。

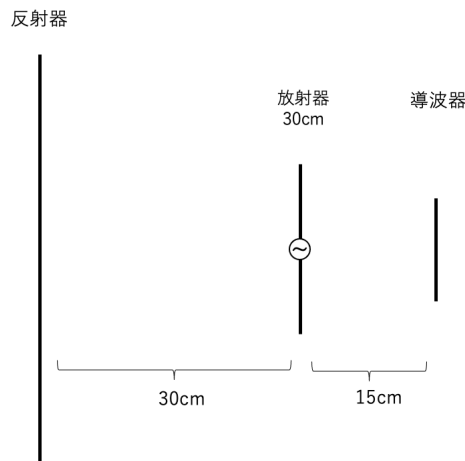


図 6

このアンテナのモデリング結果として得られたものが、反射機方向に指向性が出てしまっており、求めていたものとは大きく異なる結果となってしまった。その原因を明らかにしようと努力したが、原因を特定するには至らなかった。

その後、様々な資料や教室に設置されていた八木宇田アンテナを観察し、素子間隔を全て  $1/4$  波長にすること、モデリング通りの長さで反射器と放射器を作成することの二つを行うこととした。その時にモデリングを行ったものを図 7,8,9,10 に示す。

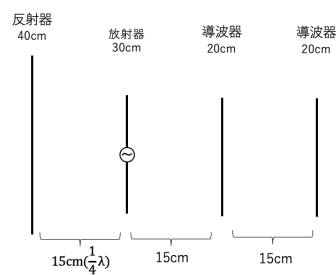


図 7 モデリング

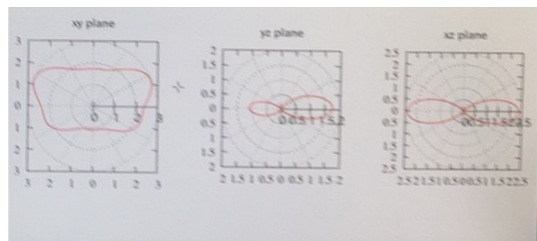


図 8 指向性

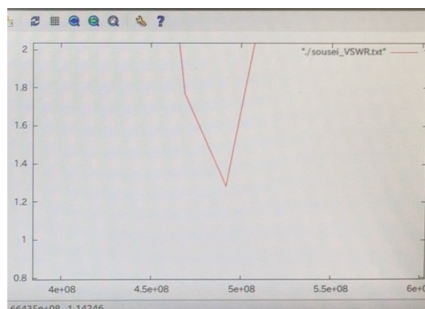


図9 VSWR

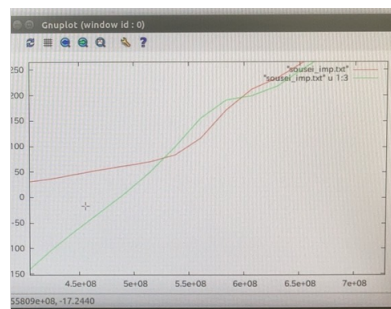


図10 インピーダンス

指向性に着目すると、導波き方向へ指向性が出ていることが確認できる。また、VSWR はダイポールアンテナに比べると限定的な周波数帯域に対して鋭く沈み込んでいることも分かる。

## 計測結果

実際にテレビに接続し、計測を行った結果は以下の表2のようになった。

表2 自作八木宇田アンテナ 測定結果

NHK 大津	NHK 大阪	琵琶湖放送	MBS	ABC	関西テレビ	読売テレビ
1dB	1dB	5dB	4dB	2dB	4dB	×

ダイポールアンテナに比べ全体的に数値が大きく落ち込んでしまった。読売テレビに関してはそもそも受診することすらできなくなってしまい、結果として改良は失敗となってしまった。

## 4 考察

八木宇田アンテナにしたことで性能が大きく下がってしまったことについての考察を行う。モデリングを行った上で作成をしていることから、設計自体は間違いではなかったと仮定し、考察を行った。

### 放射器の歪みがもたらした可能性

作成した八木宇田アンテナの放射器が前回のダイポールアンテナを再利用していることもあり、大きく歪みが発生し長さが短くなったことが考えられる。ここではダイポールアンテナの片側に 5mm の歪み、両側に 10mm の歪みが発生したと考えると、表3より。目標を 490MHz とすると 10mm で 460MHz まで落ち込むことが確認できる。460MHz はどの放送局も使用していない周波数帯域であるため、受信できなかったことにも納得がいく。さらに、この表はあくまで周波数であるので、実際は先ほども述べたよう、目標の値よりも低い周波数帯域となることがわかっているの、それを加味するとより、映らなかった原因なのではと考えた。

表3 周波数と対応する 1/4 波長

周波数 (MHz)	440	450	460	470	480	490
1/4 波長 (mm)	170.25	166.5	162.75	159.25	156	152.75

## 天気による影響

自作アンテナの測定を行った日 7 月 13 日は雨が少し降る程度の天気であり、ダイポールアンテナの測定を行った日はとても快晴の日であった。ここで考えられる原因が、天気による要因、すなわちは水分による影響である。空中の水分、雲に含まれる水分などによって電波の減衰が起こり、うまく受信できなかったのではと考えた。事実、この日は周りの班もうまく受診できていないことが多かったことがわかっている。しかし、このことを検証するには、電波塔が設置されている宇佐山のデータや、水分によってどれだけ電波が減衰するかなど新たな調査が必要であり、さらには、先生は天気はそれほど影響しないとおっしゃっていたので、考察の域を出ることはないが、作成したアンテナがもとより高性能でなかったことを加味すると、やはり原因の一つではないかと考えた。

## 5 付録:各回のレポート

### 6 月 22 日

先週に続き、アンテナの改良をおこなった。先週はアンテナの長さを読売テレビに合わせ約 15cm 後半から 16cm とし、計測をおこなったが、今週はもう一度モデリングを行い長さ 15cm から約 14.5cm まで縮めることにした。15cm の時は、全てのチャンネルが写りまた全てのチャンネルで抵抗を入れても写った。その中でも、毎日にテレビは 8dB の抵抗下でも正確に写すことができた。しかし、読売テレビは 3dB、ABC は 4dB とアンテナの長さが読売テレビよりなのにも関わらず、読売テレビはあまり強い強度で受信できていないことがわかった。次にアンテナの長さを 14.5cm と少しだけ短くしてもう一度実験を行った。結果は 15cm の時に比べて、全体的に高い抵抗値でも正確にテレビを映すことができた。中でも BBC は 11dB の抵抗でも映すことができ、読売テレビも 4dB の抵抗まで耐えられるようになった。しかし、ABC テレビは 2dB の抵抗までしか映すことができなかった。アンテナの長さを短くし、より写りやすくなると予想していたが、異なる結果が得られてしまった。しかそ、この時は時間があまりなく、急ぎでの測定だったこともあるので、自習にもう一度測定をし直し、もう一度結果がどうなるのかを確認したいところである。15cm, 14.5cm の二つの測定結果から得られる考察を上げる。まず琵琶湖放送, BBC は地元のチャンネルでもあることから、非常に強い電波強度で受信できていると考えられる。1cm の方では 8dB, 14.5cm の方では 11dB の抵抗下でも正常に映すことができた。対照的に、ABC, 読売テレビは、アンテナの性能影響を、比較的大きく受けていることから、琵琶湖放送に比べ弱い電波強度であることが考えられる。だが、実験を行っていて、持つアンテナの場所や角度で映るかどうかが決まっていた節も見られたので、実験環境ももう一度整備し直し、実験を行うことでより正確なデータを採取したい。

### 6 月 29 日

先週に続き、アンテナの改良を行った。今回は、折り返しアンテナ、八木・宇多アンテナ、ダイポールアンテナの後ろに金属板を設置したアンテナのモデリングを行った。ダイポールアンテナの後ろに金属板を設置したアンテナについては、適切なモデリングができ、計算の数値も比較的適切なものが得られたが、八木・宇多アンテナのモデリングが、モデリングを行うツールの補正機能によって適切なモデリング結果が得られなかった。しかし、演算結果としては非常に良い結果が得られたため、実際に発布スチロールと銅線を利用して、八木・宇多アンテナのさくせいを行った。導波器と反射器の長さは適当に行い、その二つの距離を測定し、八歩スチロールに固定した。テレビに接続し、測定を行った結果、すべてのチャンネルで 4dB 以上の抵抗下でも映

ることができたが、この結果は初めに作成した、ダイポールアンテナとほとんど一致するものであった。これは、八木・宇多アンテナを作成したのにも関わらず、あまり良い指向性が得られていなかったからだと考えられる。そのため、指向性を得るためのモデリングや、折り返しアンテナの作成を再来週以降行っていきたい。

## 7月6日

授業時間内で、先生へ実験の進捗報告をした。また、最終発表会に向けてチーム内で左まっざまな準備を行った。私たちのグループは、VGA 接続端子を持つコンピュータを保持する学生がいないので、紙を映し出す装置を用いて最終発表を行うことにした。先生への報告時に私たちの作成した八木宇多アンテナの間違った点について指摘された。その内容としては、私たちのグループが作成した八木宇多アンテナは、モデリング上の八木宇多アンテナとは大きく縮尺が異なっていたことだ。モデリング上で作成した八木宇多アンテナの導波器と反射器の長さ与我们が作成したものは大きく異なっていた。そのためか、実験結果としては、ダイポールアンテナと大きく変わらないものが出来上がってしまったとわかった。そのため私たちは TAさんから Matlab の使い方について教わり、次週の実験までに理想の八木宇多アンテナの導波器と反射器の長さを見つけるように、モデリングを行うことにした。Matlab でのモデリング結果をもとに次週での実験でアンテナを完成まで持っていきたい。

## 7月13日

先々週と先週に引き続き八木宇多アンテナの作成、改良を加えた。Matlab でのモデリングが想定していたものより、大きく異なる値が出てしまったので、教室でもう一度モデリングを行うところから始めた。初めに行ったのは、先週の進捗報告の際に先生に注意された点を改善した。内容としては、モデリングと作成するアンテナの誤差を 2mm 以下にした方がよいというものだ。先々週作成した八木宇多アンテナは、反射器と導波器の長さを適当にしていたため、そこを改善した。改善を行い、いざ実験室に行き、値の測定を行ったが、改善されるどころかダイポールアンテナの時よりも悪い数値を記録してしまった。しかし、周りの班の多くも同様にアンテナの調子が悪かったこともあり、何らかの原因が考えられるが、その原因についてはまだ明らかになっていない。その次に行った改良は、反射機と導波器の素子感覚を変更することだ、今まではテキスト p27 ページのものと同様に、反射機は二分の一波長、導波器は 4 分の 1 波長分離していたが、インターネットなどを用いて改良法を詮索した結果、どちらも二分の一波長にすることにした、どちらも二分の一波長にしモデリングを行ったところ、今までのものより、強い指向性を持っていることが発覚した。さらに、導波器の個数を 1 個から 2 個にしたものについてもモデリングを行ったところ、より強い指向性が確認できた。その後モデリングの内容にそい、全素子数 4 個の八木宇多アンテナを作成し、実験室に行き測定を行った。結果は 1 回目の改良とほぼ同様の結果が得られ、原因がよくわからないまま実験が終わってしまった。一つ原因として考えられるのは、実験を重ねるたびに、放射器が少しずつ曲がっていったのではないかと考えた。また、あの日は雲も多く、雨も降っており、天候がとても不安定であったことも何らかの原因ではな以下と考えた。私たちが得た一つの教訓はテキストを鵜呑みにしてはいけずに、様々な方向から物事を調べ、捉え、吸収することが大切だと学ぶことができた。これは、テキスト通りに作ったことで、貴重な実験時間の一日を潰してしまったからである。